

การทดสอบทางห้องปฏิบัติการของเครื่องเล็งสมองตามมิติผลิตเองในประเทศไทย
LABORATORY TESTING FOR STEREOTACTIC SYSTEM MADE IN THAILAND



สิทธิพร บุญยนิทย์
เอกรัฐ บุญเชียง
วัชรินทร์ สิทธิเจริญ
ศุภชัย อัครนรากุล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาคณะกรรมการส่วนส่งเสริมการวิจัย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2545

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนพัฒนาคณะแพทยศาสตร์ ส่วนส่งเสริมการวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณจิราภรณ์ แสงอรุณ และ คุณเกศราพร อินพรม กลุ่มงานประสาทรังสี โรงพยาบาลประสาทเชียงใหม่ ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีในการตรวจสอบเครื่องมือด้วยเครื่องถ่ายภาพคอมพิวเตอร์สมอง และขอขอบคุณ คุณตั้มฤทธิ์ บุญน้อม แห่งบริษัท Nipro ที่ช่วยจัดหาท่อเหล็กกลวงสำหรับผลิตเข็มตัดชิ้นเนื้อ

คณะผู้วิจัย

พ.ศ. 2545

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ชื่อเรื่อง : การทดสอบทางห้องปฏิบัติการของเครื่องเล็งสมองสามมิติผลิตเองในประเทศไทย

หัวหน้าโครงการ: นายสิทธิพร บุญนิคย์

ผู้ร่วมโครงการ : 1.นายเอกรัฐ บุญเชียง
2.นายวัชรินทร์ สิทธิเจริญ
3.นายศุภชัย อัครนรากุล

ทุนอุดหนุนการวิจัย : กองทุนพัฒนาคณะแพทยศาสตร์ ส่วนส่งเสริมการวิจัย มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่ พ.ศ. 2545

บทคัดย่อ

คณะผู้วิจัยดำเนินการผลิตเครื่องเล็งสมองสามมิติชนิด โครงสร้างวงกลมขึ้นเองในประเทศไทย โดยทำมาจากโลหะผสมอลูมิเนียมด้วยเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นเองสำหรับคำนวณหาตำแหน่งเพื่อประกอบเครื่องมือสำหรับเข็มแทงจากระยะทางที่วัดได้จากการถ่ายภาพคอมพิวเตอร์สมองระหว่างจุดเป้าหมายกับเสากำหนดตำแหน่งของเครื่องมือ ผู้วิจัยทำการทดสอบเครื่องมือทางห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจหา 1.ความมั่นคงในการยึดจับกะโหลกศีรษะ พบว่าโครงกะโหลกศีรษะที่ถูกตรึงด้วยหมุดยึดสามารถรับน้ำหนักได้ 20 กก 2.ความแม่นยำของเข็มแทง พบว่าสามารถแทงเข็มไปถูกพยาธิสภาพจำลองได้ทุกครั้งในการทดลองจำนวน 100 ครั้ง 3.การทำให้ไร้เชื้อ พบว่าสามารถทำให้ไร้เชื้อได้ตามวิธีมาตรฐานโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องมือ สรุปเครื่องเล็งสมองสามมิติที่ผลิตขึ้นเองในประเทศไทย มีคุณสมบัติทางเครื่องมือแพทย์พื้นฐานถูกต้องครบถ้วนตามหลักการทางห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Title : Laboratory Testing for Stereotactic System Made in Thailand

Major Researcher : Mr. Sittiporn Punyanitya

Co-Researcher : 1. Mr. Ekkarat Boonchieng
2. Mr. Watcharin Sitticharoen
3. Mr. Supachai Aukaranarakul

Research Fund : Faculty of Medicine Endowment Fund for Medical Research

Abstract

We have made stereotactic apparatus in Thailand. The apparatus is made from aluminium alloy by computer numerical control. We also made computer program for computing the distances between target point and indicator posts to be replaced in the apparatus. Then we test our apparatus for: 1. Attachment to the skull. There is no visible movement of the frame of the apparatus in relation to the skull with the application of 20 kg force. 2. Accuracy of the probe placement. We can place a probe at a given point in space at the 100 % confidence level. 3. Sterilizability of devices. The apparatus can be sterilizable by an accepted procedure for sterilization of neurosurgical instruments. In conclusion, the stereotactic apparatus made in Thailand has complete medical qualities according to the laboratory tests.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
เนื้อความ	
1. บทนำ	1
2. ตัวเรื่อง	
2.1 วิธีการ	3
2.2 ผลการศึกษา	9
2.3 วิจัย	11
3. สรุป	14
เอกสารอ้างอิง	15
ภาคผนวก	
ประวัติผู้วิจัย	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

สารบัญตาราง

หน้า

1. การชั่งน้ำหนักสัตว์ระยะอาสาสมัคร

16



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
1. เครื่องเล็งสมองสามมิติที่สร้างจากไม้	17
2. เครื่องเล็งสมองสามมิติที่สร้างจากพลาสติกอะคริลิก	17
3. เครื่องเล็งสมองสามมิติที่สร้างจากโลหะผสมอลูมิเนียม	18
4. โครงส่วนฐานพร้อมหมุดจิกสี่ระยะ	18
5. เสาจับสี่ระยะ	19
6. หมุดจิกตึงสี่ระยะ	19
7. ตะปูควงยึดเสาจับสี่ระยะกับโครงส่วนฐาน	20
8. แผ่นกำหนดตำแหน่ง	20
9. ตะปูควงยึดแผ่นกำหนดตำแหน่งกับโครงส่วนฐาน	21
10. โครงรูปครึ่งวงกลม	21
11. แขนต่อช่วยกำหนดตำแหน่ง X, Y และ Z	22
12. เข็มกำหนดตำแหน่ง	22
13. เข็มตัดชิ้นเนื้อชนิด Sedan	23
14. รูข้างเข็มสำหรับตัดชิ้นเนื้อ	23
15. ชิ้นส่วนจับเข็มแทงเพื่อประกอบต่อกับโครงรูปครึ่งวงกลม	24
16. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแทนค่าระยะทางระหว่างจุดเป้าหมายกับ เสากำหนดตำแหน่ง (L และ P) เพื่อคำนวณหาค่า X, Y และ Z	24
17. การทดสอบความแม่นยำเข็มแทงจากการคำนวณตำแหน่งด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์พิเศษ พบว่าเข็มกำหนดตำแหน่งสามารถแทงไปโดนพยาธิสภาพ จำลอง (ดินน้ำมัน) ได้อย่างแม่นยำทุกครั้ง	25

บทนำ

เครื่องเล็งสมองสามมิติ (stereotactic system) คือเครื่องมือที่มีระบบการเล็งในระนาบแบบสามมิติเพื่อช่วยการผ่าตัดหรือนำส่งรังสีรักษาทางสมอง โดยใช้เครื่องนำทางแบบเรขาคณิตที่ยึดติดกับศีรษะ ซึ่งจะช่วยกำหนดทิศทางของเข็มแทง (probe) หรือลำแสงรังสีไปสู่จุดเป้าหมายที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ดังนั้นจึงเกี่ยวข้องกันระหว่าง 3 แขนงวิชา คือ 1.ประสาทศัลยศาสตร์ 2.การถ่ายภาพสมองด้วย CT scan (computerized tomography scan) หรือ MRI (magnetic resonance imaging) 3.คอมพิวเตอร์เพื่อการคำนวณที่ซับซ้อนสำหรับกำหนดระยะทางจากภายนอกไปสู่จุดเป้าหมาย

เครื่องเล็งสมองสามมิติในปัจจุบันประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 2 ประการคือ 1.อุปกรณ์เครื่องจับยึดศีรษะพร้อมแผ่นกำหนดตำแหน่งสำหรับวัดระยะจุดเป้าหมายและเครื่องมือเพิ่มเติมช่วยการผ่าตัด 2.โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณหาระยะทางระหว่างเครื่องมือกับจุดเป้าหมาย เครื่องมือนี้เริ่มมีการผลิตใช้สำหรับสัตว์ทดลองเมื่อปี 1908 และในปี 1950 ได้มีการพัฒนาเพื่อนำมาใช้ในมนุษย์จนเป็นผลสำเร็จและเป็นที่ยอมรับใช้ทางคลินิกอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเมื่อวิทยาการคอมพิวเตอร์ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อมกับอุปกรณ์พื้นฐาน¹

ทุกวันนี้เครื่องเล็งสมองสามมิติมีประโยชน์อย่างมากสำหรับประสาทศัลยแพทย์โดยทั่วไปในการช่วยวิเคราะห์รักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาทางสมอง โดยช่วยให้ประสาทศัลยแพทย์ทำการผ่าตัดได้อย่างเที่ยงตรงแม่นยำ สามารถทำงานได้ด้วยความเร็วและลดความเสี่ยงต่อโรคแทรกซ้อนเมื่อเทียบกับการผ่าตัดแบบมาตรฐาน โดยสามารถผ่าตัดผู้ป่วยด้วยยาชาเฉพาะที่ขณะที่ยังเปิดผ่าตัดขนาดเล็กเท่านั้น แต่ทว่าเครื่องมือชนิดนี้มีราคาแพงมากประมาณ 7 ล้านบาท เนื่องจากต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้นเพื่อช่วยพัฒนาให้ประเทศไทยสามารถพึ่งตนเองและทำให้เครื่องเล็งสมองสามมิติมีราคาถูก คณะผู้วิจัยจึงดำเนินการทดลองวิจัยศึกษาเพื่อผลิตเครื่องเล็งสมองสามมิติขึ้นเองโดยใช้วัสดุพื้นฐานที่มีอยู่ในประเทศไทย คาดว่าจะมีราคาเครื่องละ 7 แสนบาท ซึ่งเมื่อนำไปผลิตใช้ในเชิงพาณิชย์จะช่วยให้ประสาทศัลยแพทย์ในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียงได้มีเครื่องเล็งสมองสามมิติที่มีคุณภาพครบถ้วนตามมาตรฐานเครื่องมือแพทย์และราคาถูกไว้ใช้งานกันอย่างทั่วถึง

เครื่องเล็งสมองสามมิติที่จะผลิตขึ้นใช้หลักการทำงานแบบศูนย์กลางรูปวงกลมตามแบบนิยมในปัจจุบัน โดยจะเป็นรูปแบบดัดแปลงจากเครื่องมือดั้งเดิมของ Leksell ที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่มานานกว่า 50 ปี¹ ผู้วิจัยทำการเปลี่ยนลักษณะข้อต่อให้เป็นแบบปีกเหยี่ยว แผ่นฐานทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมโค้ง แกนโค้งทำเป็นแบบติดแกน X แกนหมุนมีแกน X และ Z มาจับโดยตรง แผ่นกำหนดตำแหน่งเป็นแบบแผ่นเดี่ยว 3 แผ่น แกนตรึงศีรษะเป็นแบบติดบนฐาน หมุดยึดเป็นแบบหมุนเกลียวสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณหาจุดเป้าหมายจากระยะทางที่วัดได้ในเครื่อง CT สมอง

เป็นโปรแกรมที่คิดขึ้นเองในประเทศไทย (เอกรัฐ บุญเชียง) ซึ่งไม่มีใครสามารถลอกเลียนแบบได้ หากผลิตแล้วจะจดสิทธิบัตรได้ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ดัดแปลงเพิ่มเติมเป็นรูปพิเศษและมี โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่คิดขึ้นเองในประเทศไทย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการ

1. การออกแบบและสร้างเครื่องถึงสมองสามมิติ

1.1 ศึกษาข้อมูลและหลักการทำงานของเครื่องถึงสมองจากนั้นเขียนแบบลายเส้นและสร้างเครื่องมือด้วยไม้ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ แล้วทำการออกแบบและเขียนแบบเพื่อสร้างเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรม CAD (Computer aided design) โดยจะเขียนภาพในลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ พร้อมทั้งกำหนดขนาดและชิ้นส่วนของเครื่องถึงสมองและดำเนินการผลิตด้วยวัสดุพลาสติกอะคริลิกเพื่อศึกษานาฬิกาที่ถูกต้อง

1.2 ศึกษาวัสดุที่ใช้ทำเครื่องถึงสมองขั้นสุดท้าย²³ ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนมี 3 ชนิด คือ

1.2.1 โลหะผสมอลูมิเนียม AA 6061 ซึ่งมีส่วนผสมทางเคมี Mg 0.8-1.2 % Si 0.4-0.8 % Cu 0.15-0.40 % Cr 0.04-0.35 % Al ส่วนที่เหลือ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ประกอบด้วย ความหนาแน่น 2.7 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิหลอมเหลว 580-650 องศาเซลเซียส การนำความร้อน 20-100 องศาเซลเซียสเท่ากับ 150-170 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน สัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน 24 ถึง 26 เมตรต่อโอห์มตารางมิลลิเมตร โมดูลัสของการ ยึดหยุ่น 20 องศาเซลเซียส เท่ากับ 69 กิโลกรัมนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร คุณสมบัติทางกลศาสตร์มีค่าความเค้นแรงดึง (yield strength) เท่ากับ 240 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร เปอร์เซ็นต์การยืด (percentage elongation) เท่ากับ 8.25 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความแข็งเท่ากับ 90 HB

1.2.2 โลหะผสมเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 L ซึ่งมีส่วนผสมทางเคมี C 0.05 % Cr 18 % Ni 9 % Fe ส่วนที่เหลือ มีความเค้นแรงดึงประมาณ 620 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ค่าความแข็งประมาณ 87 HRB

1.2.3 เทอร์โมพลาสติก ชนิดฟลูออโรคาร์บอนแบบอะคริลิก มีคุณสมบัติดังนี้ คือ ทนความร้อนได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าและความร้อน ใส แสงผ่านได้ดี มีความเป็นวัสดุผิวมันไม่ยึดติด และสามารถรับแรงดันได้ดี มีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.17 ถึง 1.20 ทนแรงดึง 8,000 ถึง 12,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทนแรงอัด 12,000 ถึง 18,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความแข็ง 85 ถึง 105 M ความดูดซึมน้ำ 0.3 %

1.3 การสร้างชุดอุปกรณ์ยึดจับกะโหลกศีรษะ ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก 2 อย่างคือ

1.3.1 โครงสร้างส่วนฐานทำจากวัสดุอลูมิเนียม AA 6061 มีขนาด 240 X 280 X 20 มิลลิเมตร การผลิตโครงโลหะพื้นฐานจะต้องออกแบบและสร้างอุปกรณ์ยึดสำหรับจับยึดโครงโลหะ โดยทำการกัดด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC, Milling VMC 200) จากนั้นทำการกัดร่องทางเหยี่ยวด้านข้างซ้ายและขวาของโครงโลหะด้วยเครื่องกัดทางเหยี่ยวแบบกลับ (inverse dovetail cutter) มุม 60 องศา

1.3.2 หมุดจิกตึงกระโหลกศีรษะ 4 มุม ทำจากพลาสติกอะคริลิกเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 มม เกลียว M 10 X 1.5 มม ยาว 57 มม ส่วนปลายหมุดทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม 304 L เป็นเหล็กปลายแหลม ส่วนเสายึดหมุดจิกตึงทำจากพลาสติกอะคริลิกขนาด 82 X 62 X 16 มม

1.4 การสร้างชุดอุปกรณ์ช่วยการวัดระยะด้วยเครื่อง CT scan มีทั้งหมด 3 แผ่น พร้อมฐานยึด

1.4.1 แผ่นกำหนดตำแหน่งทั้ง 3 แผ่น ทำจากพลาสติกใสอะคริลิก มีขนาด 150 X 80 X 5.8 มม ส่วนฐานทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม 304 L ขนาด 110 X 15 X 18 มม

1.5 การสร้างชุดอุปกรณ์กำหนดตำแหน่งเข็มแทงขณะผ่าตัด จะประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ดังนี้

1.5.1 เสาตั้งตำแหน่งมี 2 เสา มีขนาด 11.5 X 24 X 154 มม ทำการกัดเป็นร่องทางเหยี่ยวเป็นมุม 60 องศา และทำการวัดเส้นแบ่งที่เสาตั้งตำแหน่งเริ่มจาก 4 ถึง 17 มม โดยเสาตั้งตำแหน่งจะประกอบกับแขนต่อยึดในแนวแกน y และโครงโลหะพื้นฐาน

1.5.2 แขนต่อยึดในแนวแกน y มี 2 ชิ้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 มม ยาว 54 มม จากนั้นทำเส้นแบ่งโดยรอบ 360 องศา เพื่อกำหนดตำแหน่งการหมุนของเข็มแทง

1.5.3 แขนกำหนดตำแหน่งในแกน x มี 2 ชิ้น ขนาด 11 X 29 X 180 มม จากนั้นกัดร่องทางเหยี่ยวมุม 60 องศา และกัดเส้นแบ่ง ตั้งแต่ 0 ถึง 6 มม โดยแขนกำหนดตำแหน่งในแกน x จะประกอบกับชุดจับยึดโครงครึ่งวงกลมสำหรับจับเข็มแทง

1.5.4 ชุดจับยึดโครงครึ่งวงกลมมีขนาด 35 X 42 X 42 มม

1.5.5 โครงครึ่งวงกลมสำหรับจับเข็มแทงมีขนาด 10 X 14 มม และรัศมี 225 มม การผลิตโครงครึ่งวงกลมจะต้องออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานบนโต๊ะหมุน

1.5.6 ชุดตั้งตำแหน่งในแนวแกน z จะประกอบเข้ากับโครงครึ่งวงกลม โดยชุดตั้งตำแหน่งในแนวแกน z จะมีขนาด 11 X 22.5 X 150 มม ทำการกัดเส้นแบ่งที่ชุดตำแหน่งในแนวแกน z เริ่มจาก 0 ถึง 5 มม

1.6 การสร้างชุดอุปกรณ์เสริมช่วยการผ่าตัด ประกอบด้วย 2 ชิ้นส่วน ดังนี้

1.6.1 เข็มแทงสำหรับตัดดูดชิ้นเนื้อ เป็นเข็มกลวงปลายปิด 2 อันสอดอยู่ด้วยกัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มม ยาว 28.5 ซม มีรูเปิดทางด้านข้างกว้าง 1 มม ยาว 3 มม

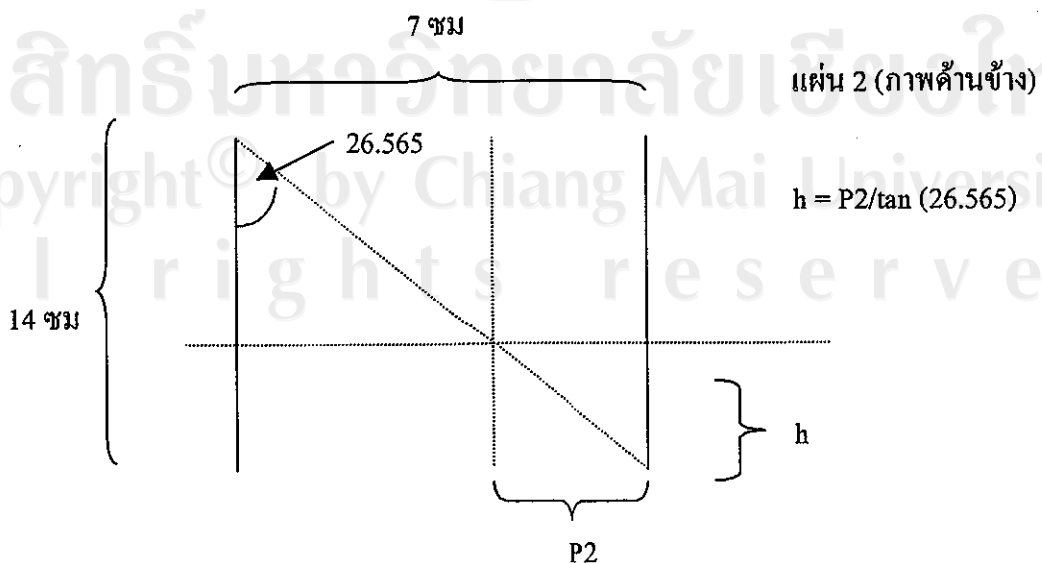
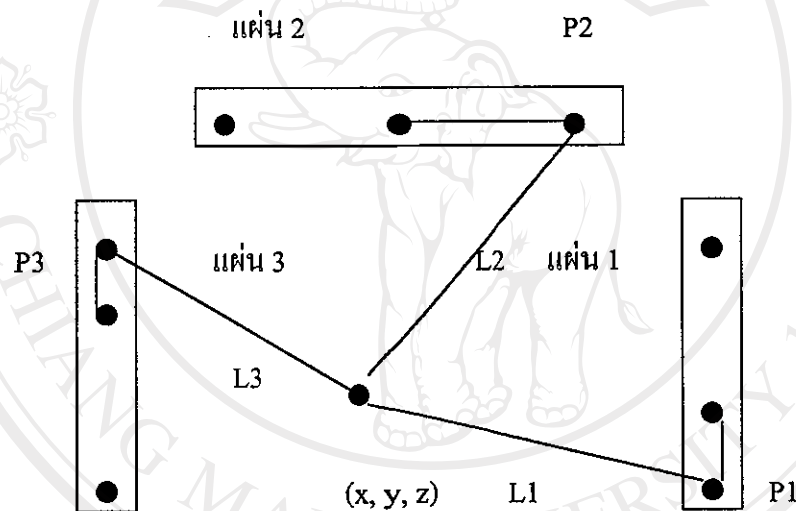
1.6.2 เข็มกำหนดตำแหน่งเป็นเข็มตันมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มม ยาว 28 ซม

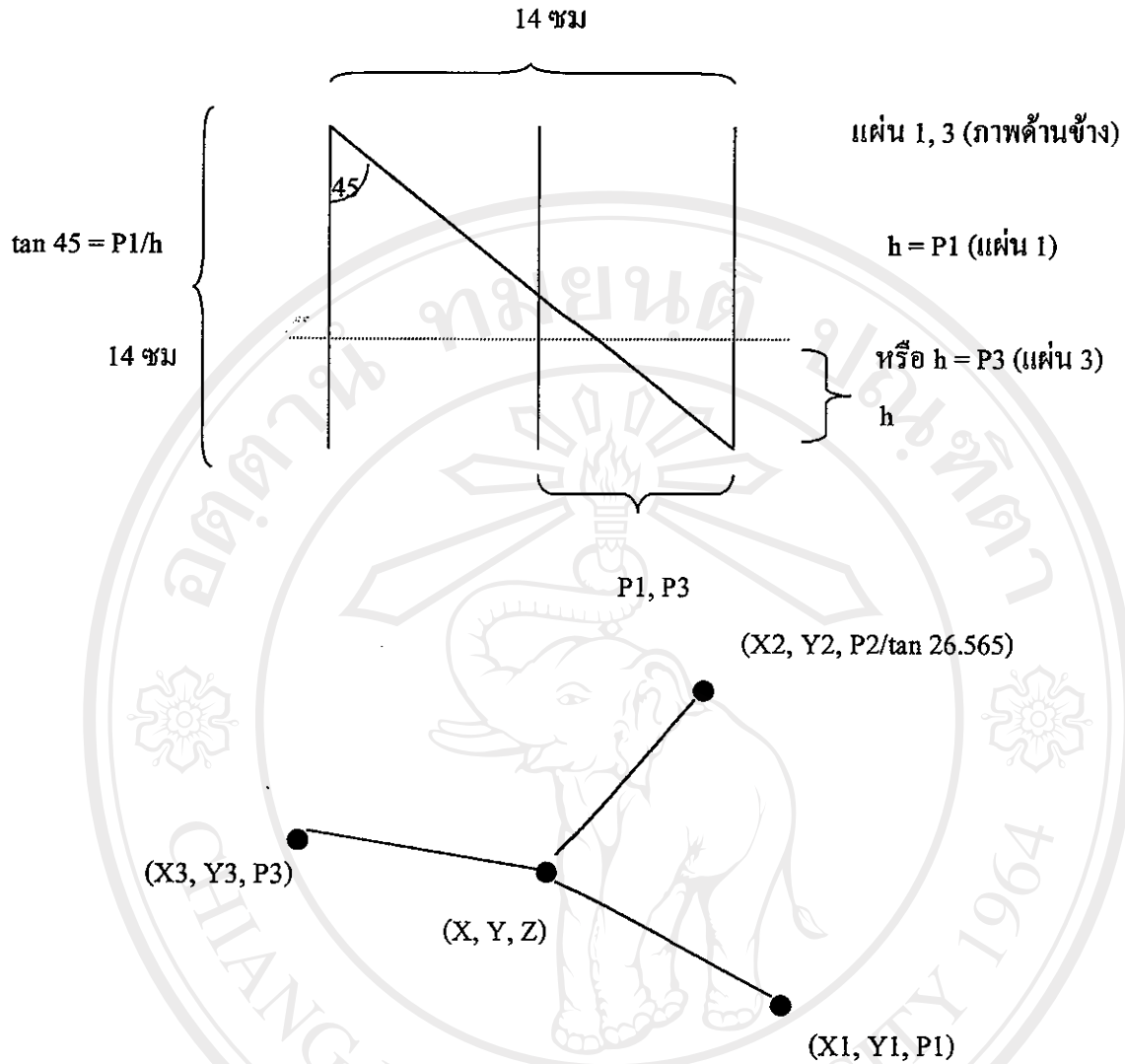
1.7 หลักการตรวจสอบตำแหน่งศูนย์กลางของเครื่องเล็งสมองสามมิติ เพื่อประกอบโครงทรงกลมวางไว้ระหว่างแขนกำหนดตำแหน่งในแกน x พิกัดเส้นแบ่งเป็นศูนย์ ชุดตั้งตำแหน่งในแนวแกน z พิกัดเป็นศูนย์ และแขนยึดในแนวแกน y ทำมุม 90 องศา กับเสาตั้งตำแหน่ง โดยที่สามารถเคลื่อนเข็มแทงสำหรับตรวจสอบตำแหน่งไปบนโครงครึ่งวงกลม ในทุกตำแหน่งที่เข็มแทงเคลื่อนที่ไปปลายเข็มแทงจะชี้ที่ตำแหน่งศูนย์กลางของเครื่องเล็งสมองสามมิติเสมอ

2. การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณหาจุดเป้าหมาย

หลักการหาจุดเป้าหมายคือ ใช้โครงสร้างโลหะจับยึดศีรษะด้วยหมุดตรึงให้มั่นคงอยู่กับที่ ศีรษะผู้ป่วยจะอยู่ในกล่องสมมุติที่ประกอบด้วยแผ่นกำหนดตำแหน่ง (indicator frame) 3 แผ่น ที่ภายในแผ่นมีแท่งพลาสติกจัดเรียงเป็นรูปตัว N ถ่ายภาพศีรษะผู้ป่วยพร้อมแผ่นกำหนดตำแหน่งด้วยเครื่อง CT หรือ MRI โดยที่เครื่องเล็งส่องตามมิตินี้มีแผ่นกำหนดตำแหน่งที่ด้านหน้า 1 แผ่น (แผ่น 2) และด้านข้าง 2 แผ่น (แผ่น 1,3) ภาพถ่ายจากเครื่อง CT จะเป็นภาพตัดขวางทั้ง 3 แผ่นนี้ ในระนาบเดียวกัน โดยที่ P1 , P2 และ P3 จะบอกความสูงของระนาบ ส่วน L1 , L2 และ L3 จะบอกระยะทางจากจุดที่ต้องการ (x, y, z) ถึงขอบของ แผ่นกำหนดตำแหน่ง (ระนาบ)

ดังนั้นจึงประยุกต์ใช้สมการของระนาบ (plane geometry) มาคำนวณหาจุดที่ต้องการ (x, y, z) ได้ ซึ่งจุดนี้ตามทฤษฎีแล้ว จะต้องเป็นจุดที่อยู่ในระนาบเดียวกันกับจุดที่อยู่บน แผ่น ทั้ง 3 แผ่น





จุดทั้ง 3 จุด (X, Y, Z), (X2, Y2, P2/tan 26.565), (X3, Y3, P3) อยู่บนระนาบเดียวกัน ดังนั้นเราสามารถใส่สมการระนาบ (เดียวกัน) กับจุดทั้ง 3 นี้

ความยาว (L) ระหว่าง จุด (X, Y, Z) และจุด (X1, Y1, P1) คือ

$$(X-X1)^2 + (Y-Y1)^2 + (Z-P1)^2 = L^2 \quad (1)$$

นำ (1) ไปใช้ใน 3 เส้น คือ L1, L2, L3 โดยที่ L1 คือความยาวระหว่าง (X, Y, Z) และ (X1, Y1, P1), L2 คือความยาวระหว่าง (X, Y, Z) และ (X2, Y2, P2) และ L3 คือความยาวระหว่าง (X, Y, Z) และ (X3, Y3, P3)

$$(X-X1)^2 + (Y-Y1)^2 + (Z-P1)^2 = L1^2 \quad (2)$$

$$(X-X2)^2 + (Y-Y2)^2 + (Z-P2)^2 = L2^2 \quad (3)$$

$$(X-X3)^2 + (Y-Y3)^2 + (Z-P3)^2 = L3^2 \quad (4)$$

$$(2) \quad X^2 + Y^2 + Z^2 - 2X1X - 2Y1Y - 2P1Z = L1^2 - X1^2 - Y1^2 - P1^2 \quad (5)$$

$$(3) \quad X^2 + Y^2 + Z^2 - 2X2X - 2Y2Y - 2P2Z = L2^2 - X2^2 - Y2^2 - P2^2 \quad (6)$$

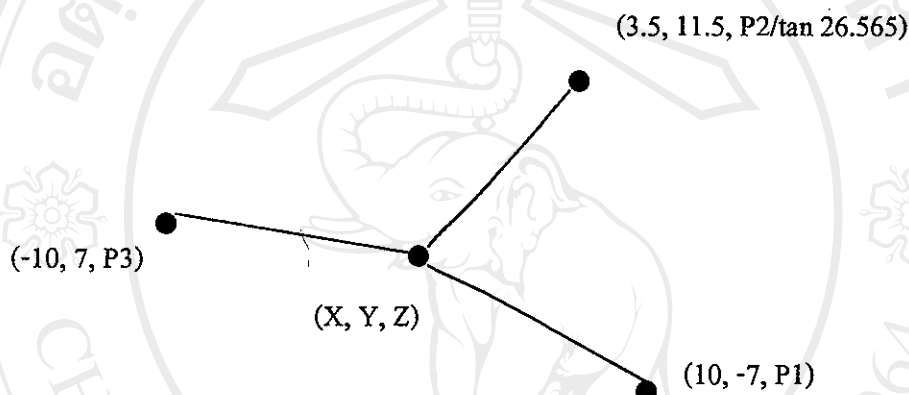
$$(4) \quad X^2 + Y^2 + Z^2 - 2X_3X - 2Y_3Y - 2P_3Z = L_3^2 - X_3^2 - Y_3^2 - P_3^2 \quad (7)$$

$$(5) - (6) - X_1X + X_2X - Y_1Y + Y_2Y - P_1Z + P_2Z = (L_1^2 - X_1^2 - Y_1^2 - P_1^2 - L_2^2 + X_2^2 + Y_2^2 + P_2^2)/2 \quad (8)$$

$$(6) - (7) - X_2X + X_3X - Y_2Y + Y_3Y - P_2Z + P_3Z = (L_2^2 - X_2^2 - Y_2^2 - P_2^2 - L_3^2 + X_3^2 + Y_3^2 + P_3^2)/2 \quad (9)$$

$$(5) - (7) - X_1X + X_2X - Y_1Y + Y_3Y - P_1Z + P_3Z = (L_1^2 - X_1^2 - Y_1^2 - P_1^2 - L_3^2 + X_3^2 + Y_3^2 + P_3^2)/2 \quad (10)$$

จากการวัดที่เครื่องตั้งมองสามมิติจะให้ความยาวเป็นซมดังต่อไปนี้



แทนค่า $(X_1, Y_1, P_1), (X_2, Y_2, P_2), (X_3, Y_3, P_3), L_1, L_2, L_3$ ลงใน (8) (9) (10)

คำนวณหา (X, Y, Z) โดยใช้วิธีการทาง Numerical Method ; Gaussian Elimination ด้วยวิธี 3 สมการ 3 ตัวแปร⁴

$$(8) \quad (X_2 - X_1)X + (Y_2 - Y_1)Y + (P_2 - P_1)Z = (L_1^2 - X_1^2 - Y_1^2 - P_1^2 - L_2^2 + X_2^2 + Y_2^2 + P_2^2)/2 \quad (11)$$

$$(9) \quad (X_3 - X_2)X + (Y_3 - Y_2)Y + (P_3 - P_2)Z = (L_2^2 - X_2^2 - Y_2^2 - P_2^2 - L_3^2 + X_3^2 + Y_3^2 + P_3^2)/2 \quad (12)$$

$$(8) \quad (X_3 - X_1)X + (Y_3 - Y_1)Y + (P_3 - P_1)Z = (L_1^2 - X_1^2 - Y_1^2 - P_1^2 - L_2^2 + X_3^2 + Y_3^2 + P_3^2)/2 \quad (13)$$

เราจะได้ (X, Y, Z) ออกมาจากวิธีนี้ (14)

เพื่อที่จะตรวจสอบความถูกต้อง หรือคำนวณความผิดพลาด ของจุด (x, y, z) ที่ได้ว่าอยู่บนระนาบเดียวกันกับจุดทั้ง 3-- $(X_1, Y_1, P_1), (X_2, Y_2, P_2)$ และ (X_3, Y_3, P_3) หรือไม่ ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้ สมการระนาบของจุด (X, Y, Z) ใดๆ ที่ประกอบด้วยจุด 3 จุด-- $(X_1, Y_1, P_1), (X_2, Y_2, P_2)$ และ (X_3, Y_3, P_3) ⁵ คือ

$$AX_1 + BY_1 + CP_1 + D = 0 \quad (15)$$

$$AX^2 + BY^2 + CZ^2 + D = 0 \quad (16)$$

$$AX^3 + BY^3 + CZ^3 + D = 0 \quad (17)$$

คำนวณหา A, B, C และ D

หรือเราสามารถคำนวณได้จากค่าตัวกำหนด (determinant) ของ

$$\det \begin{pmatrix} X & Y & Z & 1 \\ X_1 & Y_1 & P_1 & 1 \\ X_2 & Y_2 & P_2 & 1 \\ X_3 & Y_3 & P_3 & 1 \end{pmatrix} = 0$$

สมการสุดท้ายที่ได้คือ $AX + BY + CZ + D = 0 \quad (18)$

A, B, C และ D คือค่าคงที่

แทนค่า (X, Y, Z) จาก (14) ลงใน (18) แล้วผลลัพธ์ที่ได้ควรมีค่าเท่ากับ 0 หรือใกล้เคียงมากที่สุด

3. การตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

3.1 การทดสอบความสามารถรับน้ำหนักของโครงโลหะพื้นฐานพร้อมหมุดยึด

ใช้โครงโลหะพื้นฐานพร้อมหมุดยึดโครงกระดูกโครงกะโหลกศีรษะให้อยู่กับที่อย่างแน่นหนามั่นคงแล้ววางน้ำหนักลงบนโครงกะโหลกศีรษะทีละ 1 ถึง 6 กก เพื่อบันทึกความสามารถในการรับน้ำหนักของหมุดยึดพร้อมโครงโลหะพื้นฐาน และเพื่อศึกษาเพิ่มเติมถึงน้ำหนักเฉลี่ยของศีรษะมนุษย์ที่ยังมีชีวิต ผู้วิจัยทำการวัดน้ำหนักศีรษะของอาสาสมัครขณะนอนราบ จำนวน 10 คน

3.2 การทดสอบความแม่นยำเชิงแท่งจากการคำนวณตำแหน่งด้วยคอมพิวเตอร์

ใช้โครงโลหะพื้นฐานพร้อมหมุดยึดโครงกระดูกโครงกะโหลกศีรษะให้อยู่กับที่ พร้อมกับใส่แผ่นกำหนดตำแหน่ง นำดินน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 มม แขนงลอยไว้ในโครงกะโหลกศีรษะ แล้วนำไปถ่ายภาพด้วยเครื่อง CT scan ทำการวัดตำแหน่งของดินน้ำมันด้วยเครื่อง CT scan เปรียบเทียบกับเสากำหนดตำแหน่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้นำไปเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเองเพื่อคำนวณระยะของจุด X, Y และ Z จากนั้นนำระยะที่ได้ไปใช้กับอุปกรณ์เชื่อมต่อเครื่องตั้งสมองสามมิติเพื่อกำหนดพิกัดของเข็มแท่งที่เล็งไปยังดินน้ำมันที่กำหนดไว้ ทำการทดสอบ 100 ครั้งเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

3.3 การทดสอบผลของการทำให้ไร้เชื้อ

ทดลองทำให้เครื่องตั้งสมองไร้เชื้อด้วยวิธีมาตรฐานที่มีใช้ในโรงพยาบาลโดยทั่วไปคือ

1.การนึ่งด้วยความร้อนภายใต้แรงดัน 2.การแช่น้ำยาฆ่าเชื้อกลูตารัลดีไฮด์ 3.การอบแก๊ซเอธิลีนออกไซด์ จำนวนวิธีละ 100 ครั้ง เพื่อทดสอบความสึกกร่อนเสียหายของเครื่องมือ

ผลการศึกษา

1. การสร้างเครื่องเล็งสมองสามมิติ

เริ่มแรกเมื่อทำการผลิตเครื่องเล็งสมองสามมิติแบบที่หนึ่งจากไม้ (รูปที่ 1) สามารถช่วยให้คณะผู้วิจัยที่ไม่ใช่แพทย์เข้าใจถึงหลักการทำงานของเครื่องมือ และมองเห็นภาพพจน์ในรายละเอียด จากนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CAD ช่วยออกแบบและสร้างเครื่องเล็งสมองสามมิติแบบที่สองโดยใช้วัสดุพลาสติกอะคริลิก (รูปที่ 2) ซึ่งจะช่วยในการวัดขนาดได้อย่างละเอียดเป็นจุดทศนิยมของมิลลิเมตร อีกทั้งจะดัดแปลงแก้ไขเครื่องมือได้ง่ายไม่สิ้นเปลืองมากถ้าเกิดจุดบกพร่องในรายละเอียดส่วนประกอบที่จุดใดจุดหนึ่ง และในแบบที่สามคณะผู้วิจัยสามารถสร้างเครื่องเล็งสมองสามมิติขั้นสุดท้ายด้วยโลหะผสมอลูมิเนียม AA 6061 และพลาสติก (รูปที่ 3) โดยที่ทั้งชุดประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานดังนี้

- 1.1 โครงส่วนฐาน (รูปที่ 4)
- 1.2 เสาพร้อมหมุดจิกตริงกะโหลกศีรษะ (รูปที่ 5, 6, 7)
- 1.3 แผ่นกำหนดตำแหน่ง (รูปที่ 8, 9)
- 1.4 โครงรูปครึ่งวงกลม (รูปที่ 10)
- 1.5 แขนต่อช่วยกำหนดแกน X, Y และ Z (รูปที่ 11)
- 1.6 เข็มกำหนดตำแหน่ง (รูปที่ 12)
- 1.7 เข็มตักขึ้นเนื้อชนิด Sedan (รูปที่ 13, 14)
- 1.8 ชั้นส่วนจับเข็มแทง (รูปที่ 15)

เครื่องเล็งสมองขั้นสุดท้ายมีส่วนประกอบทุกชิ้นสอดคล้องกันตามหลักกลศาสตร์ สามารถประกอบได้และถอดออกได้โดยง่ายสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งจะช่วยลดแรงเครียดคั่นที่ไม่เหมาะสมต่อเครื่องมือ ลักษณะรูปทรงของเครื่องมือไม่ขัดขวางต่อการจัดวางและการใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพทางรังสีวิทยา อีกทั้งไม่เป็นอุปสรรคต่อปฏิบัติการทางวิสัญญีวิทยาที่จะเข้าไปสู่ศีรษะหรือคอของผู้ป่วย ในกรณีที่จำเป็นต้องควบคุมทางเดินหายใจ ไม่ว่าจะโดยการใส่ท่อหายใจหรือการดูดเสมหะ และส่วนประกอบทุกส่วนของเครื่องมือไม่ก่อให้เกิดแรงกดทับต่อ ลูกตา หู หรือบริเวณผิวหนังที่อ่อนนุ่มในส่วนอื่นของการรองรับ

2. การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับคำนวณหาจุดเป้าหมาย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นถูกกำหนดสำหรับการแทนที่ค่าระยะทางที่วัดได้ระหว่างจุดเป้าหมายกับเสากำหนดตำแหน่งเป็นสัญลักษณ์ L และ P (รูปที่ 16) เมื่อแทนค่า L และ P ลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็จะสามารถคำนวณได้ระยะทาง X, Y และ Z เพื่อนำไปใช้กับแขนต่อโครงโลหะพื้นฐานตามต้องการ

3. การตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องเล็งสมองสามมิติทางห้องปฏิบัติการ

3.1 การทดสอบความสามารถรับน้ำหนักของโครงโลหะพื้นฐานพร้อมหมุดยึด

เมื่อวางน้ำหนักกดทับลงบนโครงกะโหลกศีรษะที่จิกยึดแน่นด้วยหมุดกับโครงส่วนฐาน พบว่าน้ำหนัก 20 กก ก็ยังไม่ทำให้หมุดยึดเคลื่อนออกจากโครงกะโหลกศีรษะ ขณะที่แกนหมุดเริ่มจะโค้งงอ

ผลลัพธ์จากการศึกษาทดลองหาค่าเฉลี่ยของศีรษะมนุษย์ที่ยังมีชีวิต โดยให้อาสาสมัครนอนราบกับพื้น แล้วให้อาสาสมัครนอนตามสบายวางศีรษะลงบนเครื่องชั่งน้ำหนักโดยใช้แรงกดทับที่น้อยที่สุด จำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 10 คน ชาย 8 คน หญิง 2 คน อายุตั้งแต่ 23 ถึง 47 ปี เฉลี่ย 29.3 ปี ส่วนสูงตั้งแต่ 155 ถึง 181 ซม เฉลี่ย 172.7 ซม น้ำหนักตัวตั้งแต่ 47 ถึง 82 กก เฉลี่ย 61.6 กก พบว่าน้ำหนักศีรษะเป็น 4.5 ถึง 4.7 กก เฉลี่ย 4.56 กก (ตารางที่ 1)

3.2 การทดสอบความแม่นยำเชิงแท่งจากการคำนวณตำแหน่งด้วยคอมพิวเตอร์

จากการใช้คัตนัมน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 มม เป็นพยาธิสภาพจำลองเพื่อทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่าเมื่อใช้ระยะทางที่วัดได้จากเครื่อง CT scan ระหว่างพยาธิสภาพจำลองกับเสากำหนดตำแหน่ง ไปแทนค่าในโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถคำนวณหาระยะทาง X, Y และ Z เพื่อนำไปใช้ประกอบแขนต่อเข้ากับเครื่องเล็งสมอง ก็สามารถแท่งเข็มกำหนดตำแหน่งที่สอดผ่านเครื่องจับเข็มแท่งให้ไปโดนพยาธิสภาพจำลองทุกครั้ง จากการทดลอง 100 ครั้ง (รูปที่ 17)

3.3 การทดสอบผลของการทำให้ไร้เชื้อ

ทดลองใช้ทุกอุปกรณ์ชิ้นส่วนที่จำเป็นต้องปราศจากเชื้อไปทำให้ไร้เชื้อด้วยวิธี นึ่งด้วยความร้อนภายใต้แรงดัน แช่น้ำยาฆ่าเชื้อกลูตารัลดีไฮด์ และอบแก๊ซเอธิลีนออกไซด์ จำนวนวิธีละ 100 ครั้ง ภายหลังการทดลองพบว่าชิ้นส่วนเครื่องมือทั้งหมดยังเป็นปกติดี ไม่มีร่องรอยของความเสื่อมสภาพหรือเสียหายโดยที่ยังสามารถใช้งานได้ยังมีประสิทธิภาพเช่นเดิม

วิจารณ์

เครื่องเล็งสมองสามมิติ เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับช่วยการผ่าตัดสมองมนุษย์ โดยสามารถเล็งกำหนดตำแหน่งพยาธิสภาพภายในสมองที่มีขนาดเล็กมากได้ถึงขนาดเป็นมิลลิเมตรด้วยความแม่นยำ โดยการคำนวณร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการอยู่ในระนาบสามมิติ คุณประโยชน์ที่ชัดเจนของเครื่องมือนี้ก็คือจะช่วยลดอัตราเสี่ยงและโรคแทรกซ้อนจากการผ่าตัดแบบมาตรฐานลงได้อย่างมาก กล่าวคือสามารถทำการผ่าตัดได้ด้วยการใช้ยาชาเฉพาะที่ (โดยไม่จำเป็นต้องใช้การวางยาสลบ) และทำการผ่าตัดได้ผ่านทางบาดแผลผิวหนังที่มีขนาดเล็กเพียง 2 ซม. เจาะรู burr ขนาด 1.3 มม. ผ่านกะโหลกศีรษะ แล้วสอดเข็มตัดชิ้นเนื้อผ่านเนื้อสมองเข้าไปปฏิบัติการภายในตำแหน่งที่ต้องการ จึงเกิดการรบกวนต่อเนื้อสมองส่วนที่เป็นปกติเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะในผู้ป่วยบางประเภทที่จำเป็นต้องได้รับการตรวจพิสูจน์วินิจฉัยทางเนื้อเยื่อ ซึ่งอาจจะมีผลลัพท์ไปเปลี่ยนแปลงวิธีการรักษาและอาจจะมีผลกระทบต่อพยากรณ์โรค การผ่าตัดแบบเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อตัดชิ้นเนื้ออาจจะทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนทางระบบประสาทที่รุนแรง ขณะที่การผ่าตัดด้วยเครื่องเล็งสมองสามมิติต่อพยาธิสภาพในที่ลึกจะช่วยหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ได้¹

ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องเล็งสมองสามมิติกันบ่อยมาก โดยเฉพาะเพื่อหลักการดังนี้

1.เพื่อการตรวจวินิจฉัย โดยการตัดชิ้นเนื้อมาตรวจจากพยาธิสภาพที่อยู่ในตำแหน่งที่ลึกหรือเสี่ยงต่ออันตราย

2.เพื่อการรักษา

- 2.1 การดูด เช่น ฝีสมอง ถุงน้ำ หรือก้อนเลือด
- 2.2 การฝัง เช่น สารกัมมันตภาพรังสี หรือขั้วไฟฟ้า
- 2.3 การปลูกถ่ายเนื้อเยื่อในสมอง
- 2.4 การสร้างลิ้มเลือดในหลอดเลือดแดงโป่งพองด้วยเข็มหรือแม่เหล็ก

3.เพื่อการตัดแปลงหน้าที่ทางประสาท

- 3.1 การเคลื่อนไหวยก้านสมองจิตใจ เช่น การถัน หรือเกร็ง
- 3.2 การบรรเทาความเจ็บปวด เช่น สาเหตุจากมะเร็ง หรือ ความเจ็บปวดเรื้อรัง
- 3.3 การแก้ไขโรคลมชัก
- 3.4 การบรรเทาอาการทางโรคจิต

4.เพื่อการผ่าตัดด้วยกล้องจุลทรรศน์

- 4.1 การนำทาง เช่น กำหนดตำแหน่งในระนาบสามมิติ หรือการจีด้วยเลเซอร์
- 4.2 การเล็งพยาธิสภาพขนาดเล็กมากจน ไม่อาจจะค้นหาได้ด้วยวิธีการตามปกติ
- 4.3 การค้นหาสิ่งแปลกปลอม เช่น กระสุนปืน หรือเศษโลหะ

เครื่องเล็งสมองสามมิติอาจจะแบ่งออกเป็น 4 ประเภทตามลักษณะพื้นฐานของการทำงาน คือ 1. ส่วนโค้งวงกลม (arc) 2. เส้นตรงหลายเส้น (rectilinear) 3. ชนิดเล็ง (aiming) และ 4. ส่วนโค้งที่ประสานกันแน่น (interlocking arc) เครื่องมือชนิดส่วนโค้งวงกลมที่เป็นแบบนิยมมากที่สุดในปัจจุบันมีหลักการการทำงานเป็นแบบรัศมีทรงกลม เพื่อที่จะทำให้จุดเป้าหมายมาซ้อนทับอยู่ที่ศูนย์กลางของส่วนโค้งตามที่เครื่องจับเข็มแทงเคลื่อนที่ ดังนั้นเมื่อสอดใส่เข็มแทงเข้าในเครื่องจับเข็มที่ตั้งฉากกับเส้นตรงสัมผัสวงกลมของส่วนโค้ง และด้วยระยะทางที่เท่ากับรัศมีของส่วนโค้ง ปลายเข็มแทงจะพุ่งตรงไปสู่จุดเป้าหมายเดียวภายในพื้นที่กำหนด ซึ่งก็คือจุดศูนย์กลางทรงกลมที่ถูกกำหนดโดยส่วนโค้ง และจุดนี้คือเป้าหมายเครื่องเล็งสมองสามมิติ ความแม่นยำของการแทงเข็มจะเกิดขึ้นโดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งของเครื่องจับเข็มตามส่วนโค้งวงกลมหรือมุมส่วนโค้งวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับฐานของเครื่องมือ หลักการทำงานโดยปกติคือการปรับตำแหน่งแขนต่อให้จุดเป้าหมายเครื่องเล็งสมองสามมิติเคลื่อนที่มาอยู่ตรงกับจุดเป้าหมายทางกายวิภาค ดังนั้นการใส่เข็มแทงที่มุมใดๆ ก็ยังคงไปโดนจุดเป้าหมายของเครื่องเล็งสมองสามมิติอย่างแม่นยำ

คณะผู้วิจัยเลือกผลิตเครื่องเล็งสมองสามมิติโดยทำการดัดแปลงจากรูปแบบเครื่องเล็งสมองสามมิติของ Leksell เนื่องจากเป็นต้นกำเนิดของชนิดส่วนโค้งวงกลมและเป็นรูปแบบที่ประสิทธิภาพดีโดยทั่วไปยอมรับกันมากที่สุดในปัจจุบัน อีกทั้งไม่มีปัญหาทางสิทธิบัตรเนื่องจากมีใช้กันอย่างแพร่หลายแล้วมานานมากกว่า 50 ปี สำหรับการเลือกใช้วัสดุโลหะผสมอลูมิเนียม AA 6061 เพื่อผลิตเครื่องเล็งสมองขั้นสุดท้าย เนื่องจากมีคุณสมบัติโลหะทางวิศวกรรมที่แข็งแรง เหนียว น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อการสึกกร่อน อีกทั้งได้ผ่านการทดสอบด้วยแรงสนามแม่เหล็กที่แตกต่างกัน พร้อมกันได้รับการยืนยันว่าไม่เกิดภาพลวงหรือการบิดเบี้ยวจากกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (eddy current) ในเนื้อโลหะ⁶

ผลการทดสอบความสามารถรับน้ำหนักของโครงโลหะพื้นฐานพร้อมหมุ่ยึดขณะกระทำต่อโครงกะโหลกศีรษะในแนวตั้ง พบว่าหมุ่ยึดสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 20 กก. ซึ่งตามความเป็นจริงแล้ว ขณะผ่าตัดด้วยเครื่องเล็งสมองสามมิติผู้ป่วยจะต้องนอนทับบนหมุ่ยึดสองตัวทางด้านหลัง โดยที่หมุ่ยึดด้านหน้าสองตัวทำหน้าที่ตรึงโครงโลหะส่วนฐานพร้อมแขนต่อและโครงโค้งวงกลมไว้เท่านั้น อีกทั้งแรงที่จะกระทำต่อศีรษะผู้ป่วยขณะผ่าตัดก็ต้องใช้แรงที่น้อยที่สุด ในขณะที่น้ำหนักศีรษะของคนไทยขณะมีชีวิตมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.56 กก. จึงแสดงว่าหมุ่ยึดสามารถตรึงกะโหลกศีรษะได้อย่างมั่นคง

จากการทดสอบความแม่นยำของเครื่องมือ พบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัย (เอกรัฐ บุญเชิeng) สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก เมื่อนำตัวเลขที่วัดได้จากเครื่อง CT scan แทนค่าในสมการก็จะคำนวณหาค่า X, Y และ Z ได้อย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นแขนต่อช่วยกำหนดตำแหน่งมาประกอบเข้ากับโครงส่วนฐานพร้อมกับใส่โครงรูปโค้งวงกลมและชิ้นส่วนจับเข็มแทง ก็สามารถแทงเข็มกำหนดตำแหน่งให้ไปโดนจุดเป้าหมายได้ด้วยความแม่นยำทางกลศาสตร์ของ 0.6

นม ที่ระดับความมั่นใจ 99 % ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Materials)⁷ ผลจากการทดลองทำให้เครื่องมือไร้เชื้อด้วยวิธีมาตรฐานที่มีใช้ในโรงพยาบาลโดยทั่วไปคือ 1.การนึ่งด้วยความร้อนภายใต้ความดัน 2.การแช่น้ำยาฆ่าเชื้อออกซิดาไรต์ไฮด์ และ 3.การอบด้วยแก๊ซเอธิลีนออกไซด์ จำนวนวิธีละ 100 ครั้ง ก็พบว่าเครื่องมือมีความทนทานต่อวิธีการทำให้ไร้เชื้อทั้ง 3 วิธี โดยไม่เกิดความสึกกร่อนเสียหายในระยะยาว



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุป

เครื่องเล็งสมองสามมิติที่ผลิตขึ้นเองในประเทศไทย มีส่วนประกอบพื้นฐานและความสามารถการทำงานครบถ้วนในการจับยึดศีรษะ การถ่ายภาพและวัดระยะกำหนดตำแหน่งทำได้ง่ายด้วยเครื่อง CT scan สามารถใส่เข้าและปลดถอดออกได้สะดวกอย่างรวดเร็ว เปิดโล่งไม่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าหาเพื่อช่วยเหลือทางเดินหายใจผู้ป่วยโดยวิสัญญีแพทย์ ไม่เกิดการกดทับต่ออวัยวะอ่อนนุ่มที่สำคัญ มีความปลอดภัยทางกระแสไฟฟ้าที่อาจจะมารบกวน ล้างทำความสะอาดได้ง่าย มีน้ำหนักเครื่องมือเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษที่สร้างขึ้นเองเพื่อช่วยคำนวณการติดตั้งเข็มแทง ได้ผ่านการทดสอบทางห้องปฏิบัติการแล้วพบว่าเครื่องมือสามารถยึดจับกับกะโหลกศีรษะได้อย่างแน่นหนามั่นคง มีความแม่นยำในการแทงเข็มกำหนดตำแหน่งให้ไปโดนจุดเป้าหมายได้อย่างเที่ยงตรงตามมาตรฐานของอเมริกา และมีความทนทานไม่สึกกร่อนต่อการทำให้ไร้เชื้อด้วยวิธีการพื้นฐานที่มีใช้ในโรงพยาบาลโดยทั่วไปในระยะเวลานาน

ในอนาคตคณะผู้วิจัยยังจะต้องดำเนินการวิจัยเครื่องเล็งสมองสามมิติที่ผลิตขึ้นเองในประเทศไทยเพิ่มเติมทางคลินิกต่อไป

เอกสารอ้างอิง

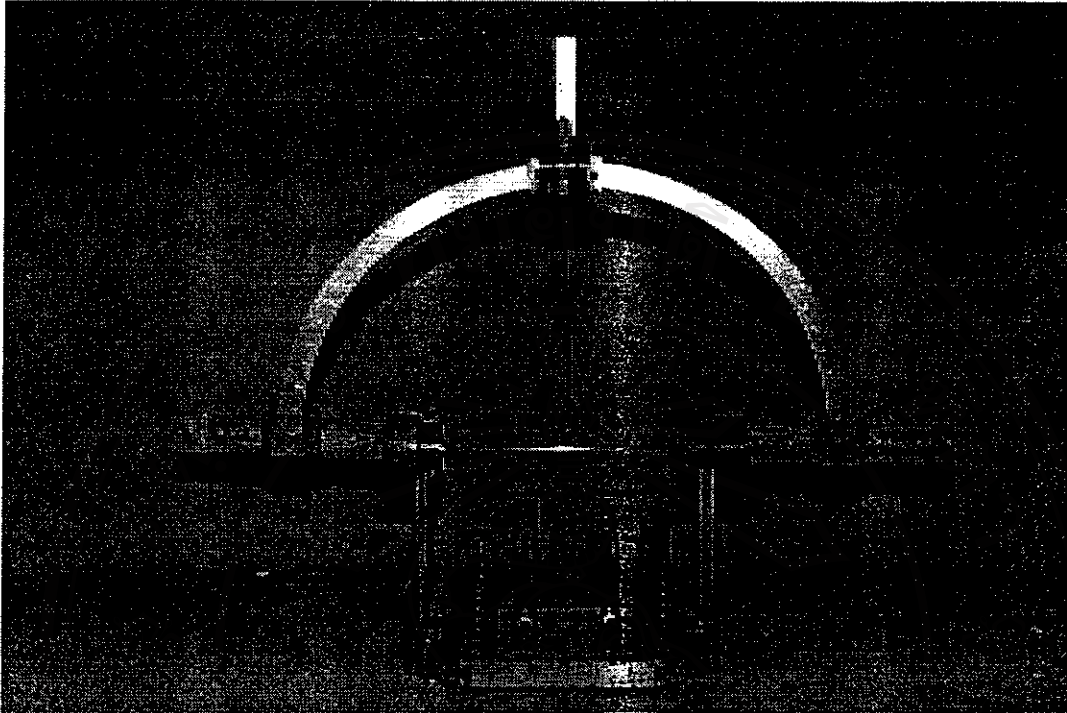
1. Tasker RR. Stereotactic surgery : Principles and techniques. In Wilkins RH, Rengachary SS, eds. Neurosurgery 2nd ed. New York : Mc Graw-Hill, 1996 : 4069-4089
2. EMCO Maier Gesellschaft m.b.H. Chip Removal Technology, Hallein/Austria, 1994
3. EMCO Maier Gesellschaft m.b.H. Programming Instruction EMCOTRONIC Lathe/ Milling, Hallein/Austria, 1994
4. Chapra SC, Canale RP. Numerical Methods for Engineers. 2nd ed. McGraw-Hill Book Company, 1988
5. Kindle JH. Schaum's Outline of Theory and Problem of Plane and Solid Analytic Geometry. McGraw- Hill Book Company, 1950
6. Leksell L, Leksell D, Schwebel J. Stereotaxis and nuclear magnetic resonance. J Neurosurg Psychi 1985; 48 : 14-8
7. American Society for Testing and Materials : Standard Performance Specification for Cerebral Stereotactic Instrument. ASTM Designation : F1266 - 89. Annual Book of ASTM Standards, Easton, 2000, pp 588 - 593

ตาราง

ตารางที่ 1 การชั่งน้ำหนักศีรษะอาสาสมัคร

ลำดับ	เพศ	อายุ (ปี)	ส่วนสูง (ซม)	น้ำหนัก (กก)	น้ำหนักศีรษะ (กก)
1	ชาย	26	181	72	4.7
2	ชาย	27	175	59	4.5
3	หญิง	23	162	49	4.7
4	หญิง	47	155	47	4.5
5	ชาย	35	179	82	4.5
6	ชาย	27	176	71	4.5
7	ชาย	27	174	55	4.5
8	ชาย	28	170	50	4.5
9	ชาย	27	175	62	4.5
10	ชาย	26	180	69	4.7
เฉลี่ย	-	29.3	172.7	61.6	4.56

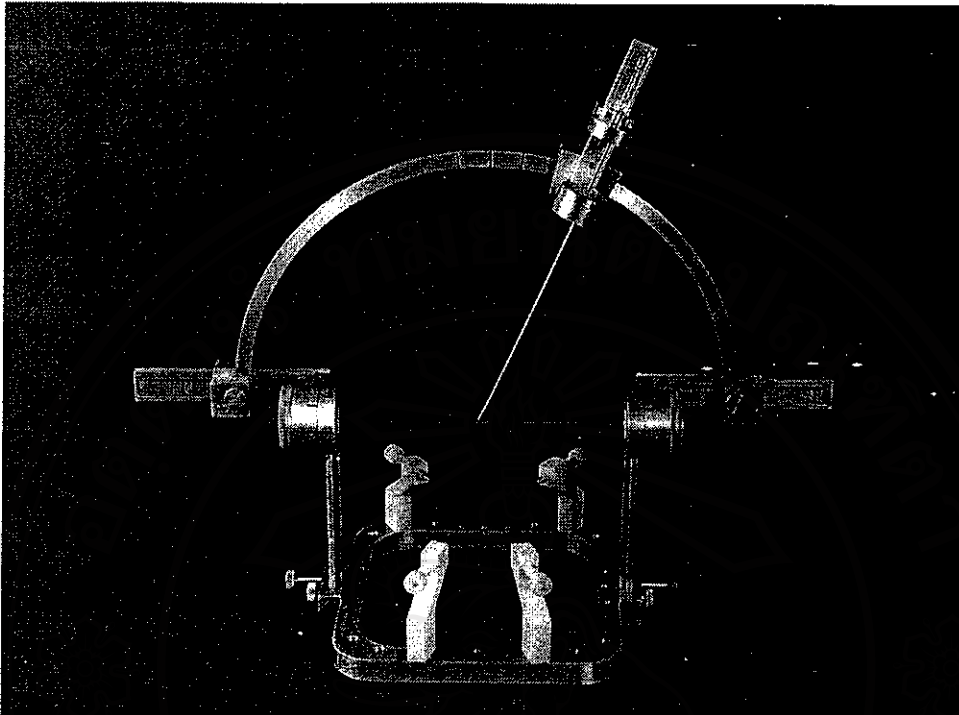
รูปภาพ



รูปที่ 1. เครื่องเล็งมองสามมิติที่สร้างจากไม้



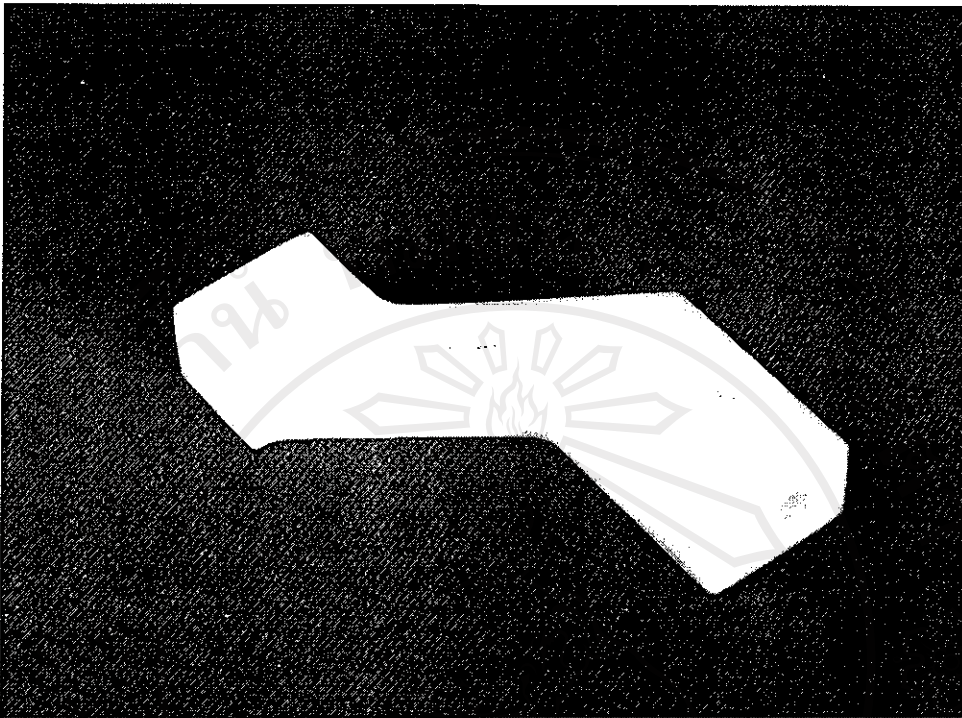
รูปที่ 2. เครื่องเล็งมองสามมิติที่สร้างจากพลาสติกอะคริลิก



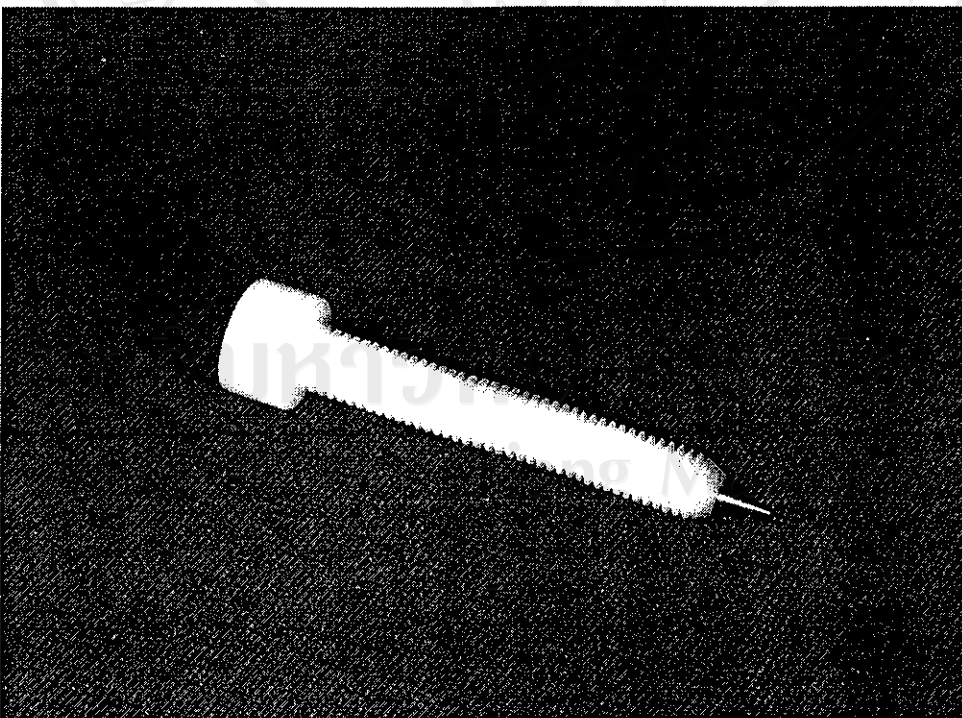
รูปที่ 3. เครื่องเล็งสามมิติที่สร้างจากโลหะผสมอลูมิเนียม



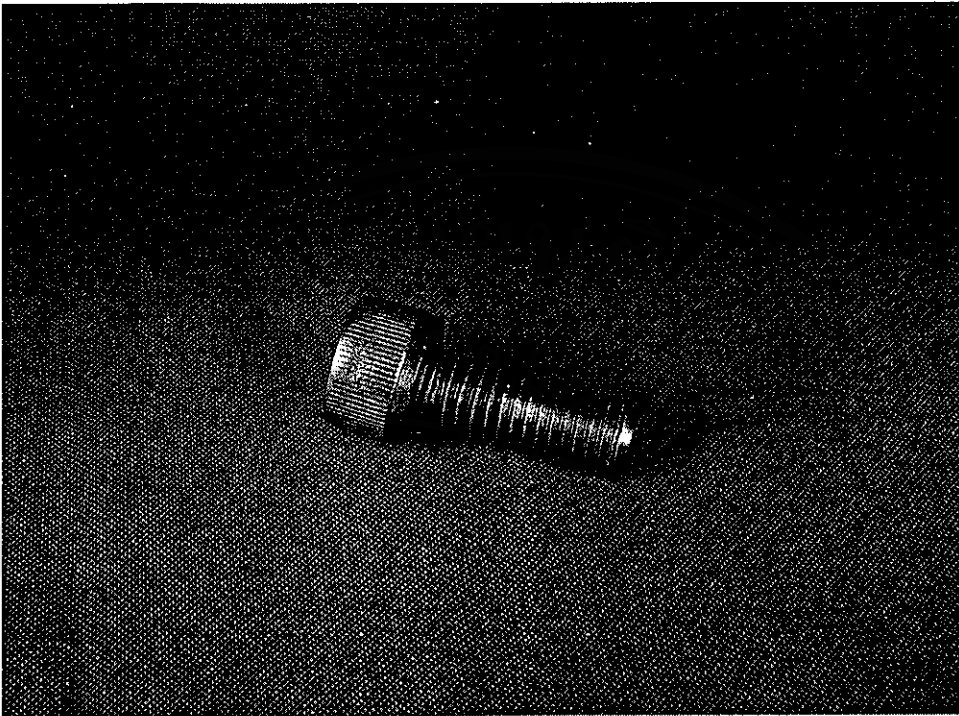
รูปที่ 4. โครงส่วนฐานพร้อมหมุดจิกสี่ระยะ



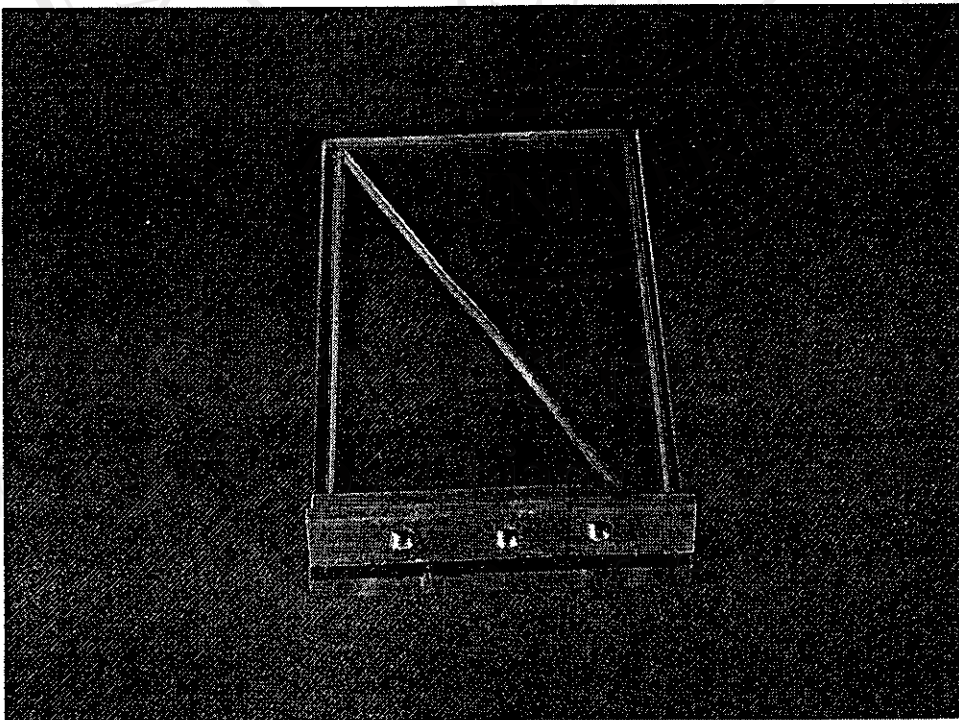
รูปที่ 5. เสาจับศีรษะ



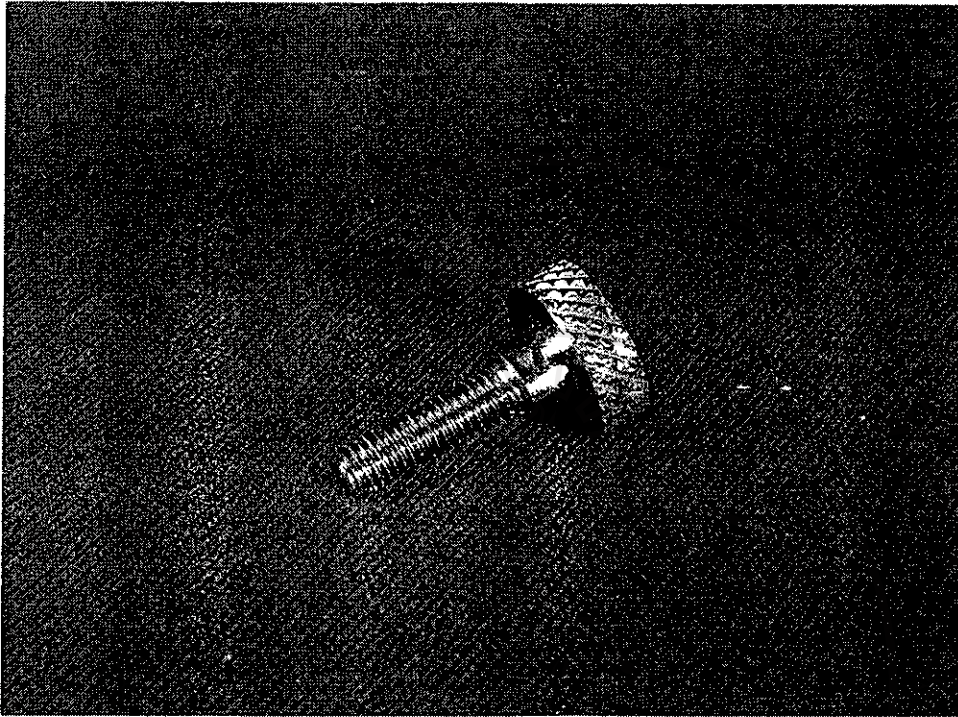
รูปที่ 6. หมุดจิกตรึงศีรษะ



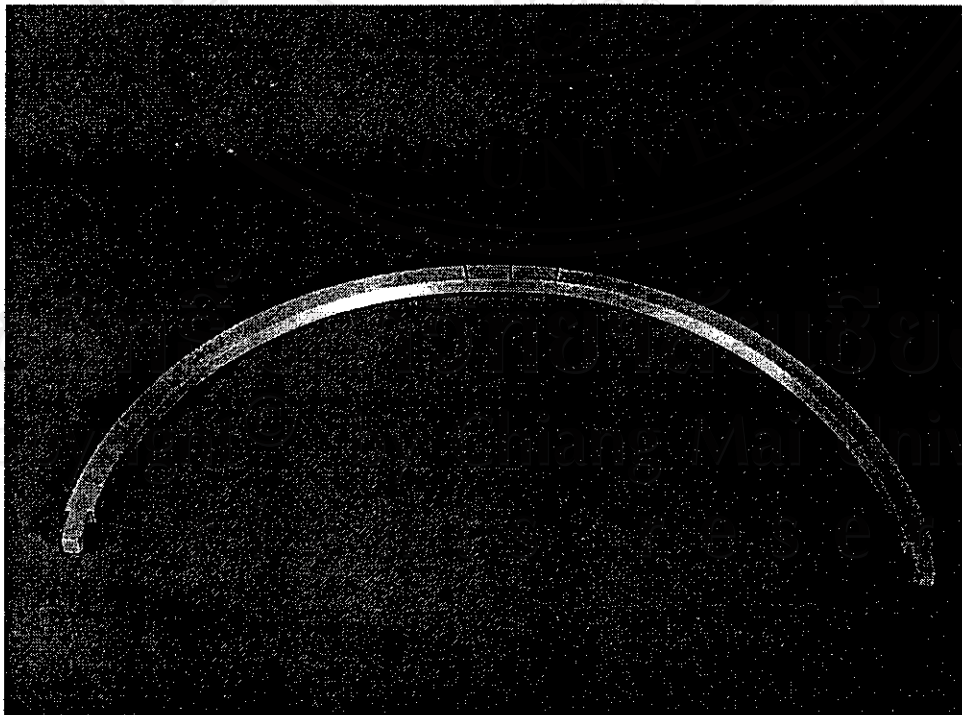
รูปที่ 7. ตะปูควงยึดเสาจับสี่รหะกับโครงส่วนฐาน



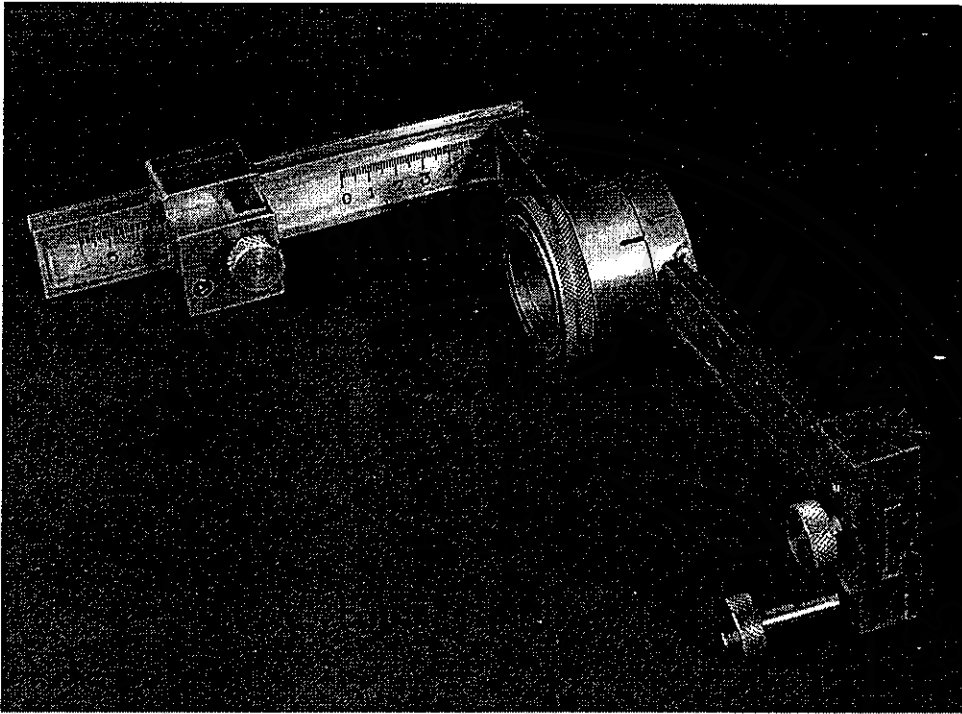
รูปที่ 8. แผ่นกำหนดตำแหน่ง



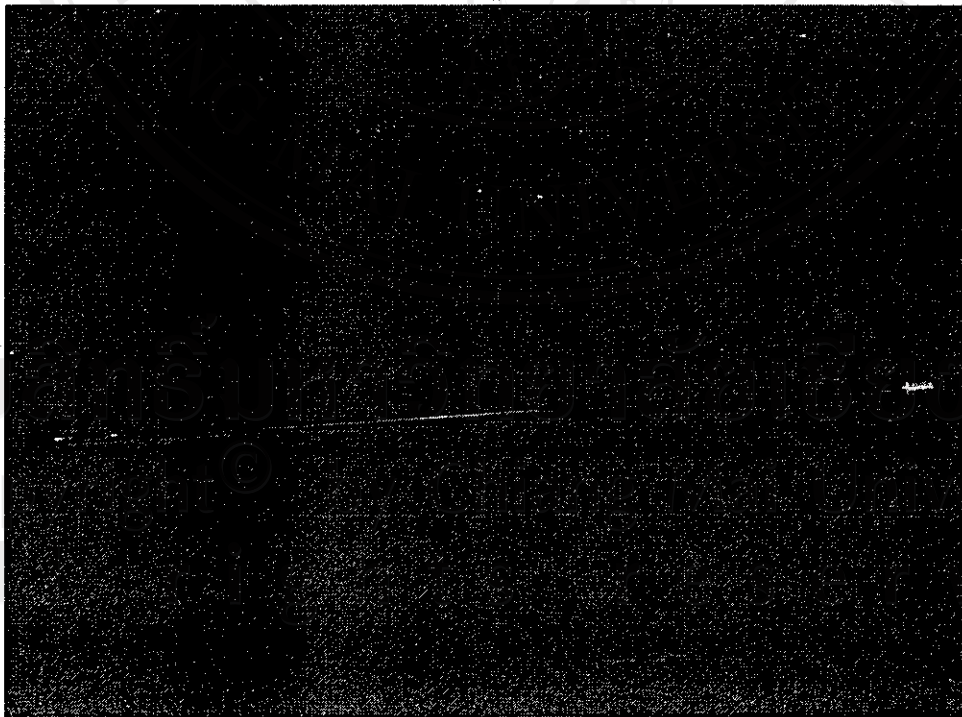
รูปที่ 9. ตะปูควงยึดแผ่นกำหนดตำแหน่งกับโครงสร้างฐาน



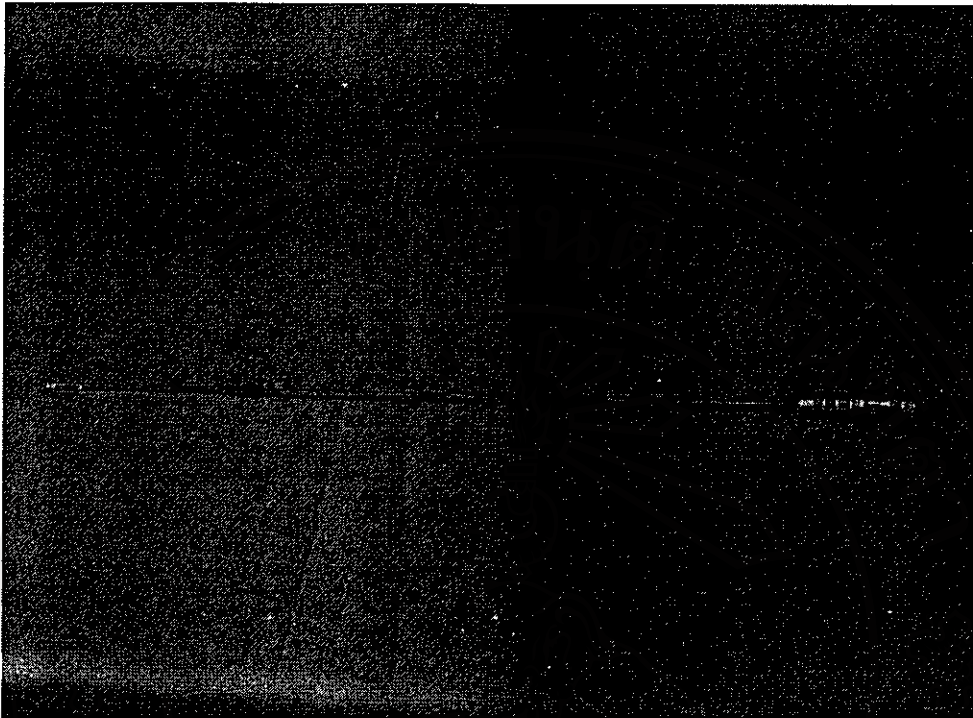
รูปที่ 10. โครงรูปครึ่งวงกลม



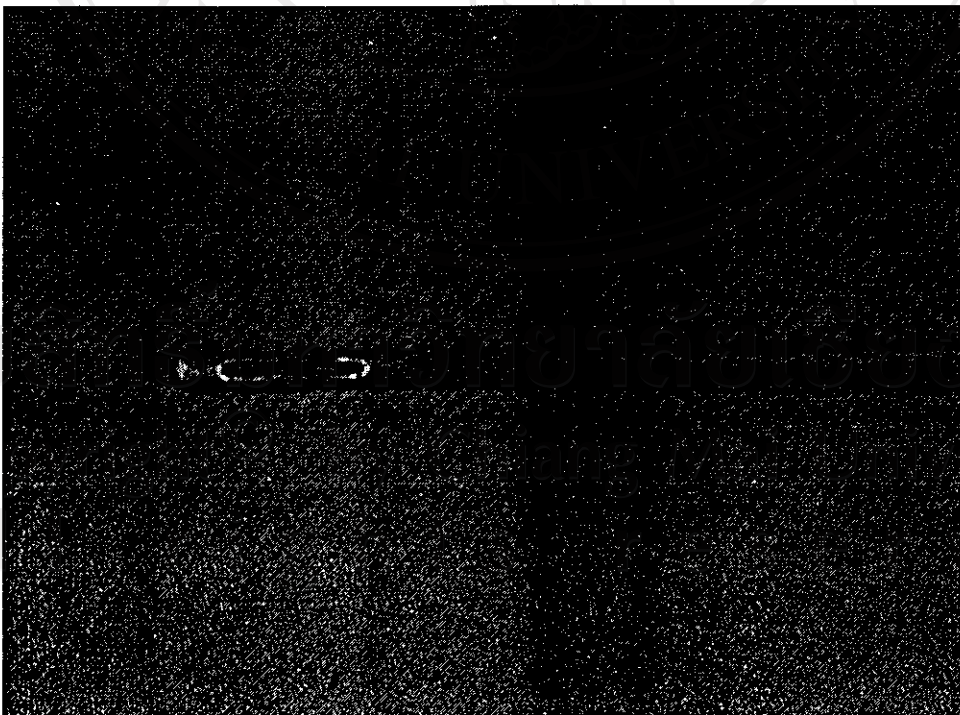
รูปที่ 11. แขนต่อช่วยกำหนดตำแหน่ง X , Y และ Z



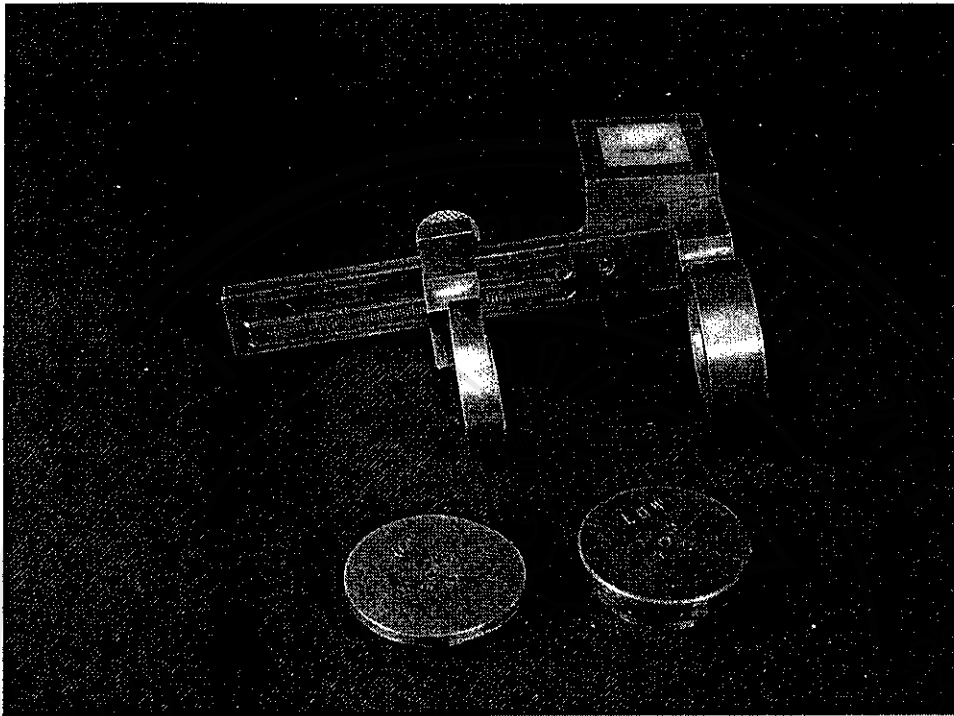
รูปที่ 12. เข็มกำหนดตำแหน่ง



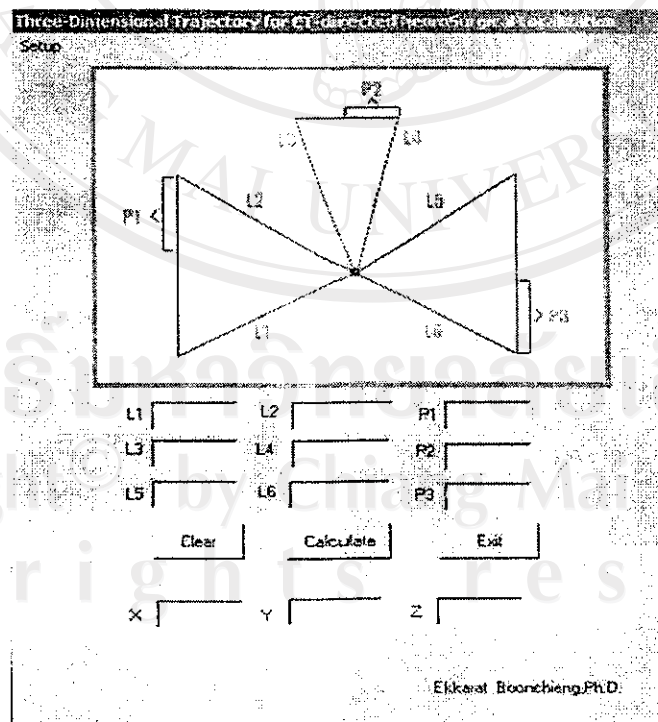
รูปที่ 13. เข็มตัดขึ้นเนื้อชนิด Sedan



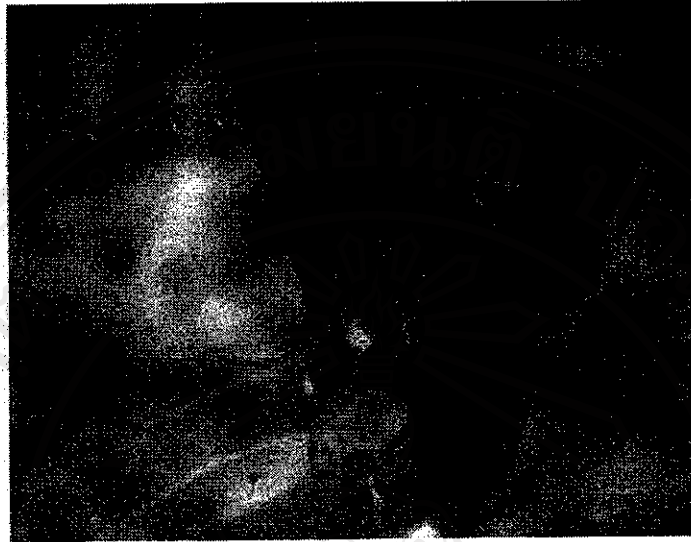
รูปที่ 14. รูปร่างเข็มสำหรับตัดขึ้นเนื้อ



รูปที่ 15. ชิ้นส่วนจับเข็มแทงเพื่อประกอบต่อกับโครงรูปเครื่องวงกลม



รูปที่ 16. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแทนค่าระยะทางระหว่างจุดเป้าหมายกับเสากำหนดตำแหน่ง (L และ P) เพื่อดำเนินการหา X, Y และ Z



รูปที่ 18. การทดสอบความแม่นยำเข็มแทงจากการคำนวณตำแหน่งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
พิเศษ พบว่าเข็มกำหนดตำแหน่งสามารถแทงไปโดนพยาธิสภาพจำลอง (ดินน้ำมัน)
ได้อย่างแม่นยำทุกครั้ง



ภาคผนวก

ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

นายสิทธิพร	บุญนิตย
ตำแหน่ง	รองศาสตราจารย์
คุณวุฒิ	วุฒิปัตร์ผู้เชี่ยวชาญประสาทศัลยศาสตร์
ประสบการณ์	การผลิตคีมหนีบหลอดเลือดแดงโป่งพองในสมอง

ผู้ร่วมวิจัย

- | | |
|------------|---|
| นายเอกรัฐ | บุญเชียง |
| ตำแหน่ง | อาจารย์ |
| คุณวุฒิ | ปริญญาเอก สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ |
| ประสบการณ์ | การผลิตคีมหนีบหลอดเลือดแดงโป่งพองในสมอง |
- | | |
|--------------|---|
| นายวัชรินทร์ | สิทธิเจริญ |
| ตำแหน่ง | อาจารย์ |
| คุณวุฒิ | วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต |
| ประสบการณ์ | การผลิตคีมหนีบหลอดเลือดแดงโป่งพองในสมอง |
- | | |
|------------|---|
| นายสุภชัย | อัคนรากุล |
| ตำแหน่ง | อาจารย์ |
| คุณวุฒิ | ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการประถมศึกษา |
| ประสบการณ์ | การผลิตคีมหนีบหลอดเลือดแดงโป่งพองในสมอง |